



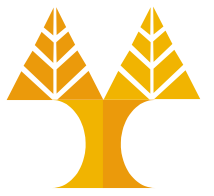
Νευροφυσιολογία και Αισθήσεις

Διάλεξη 1

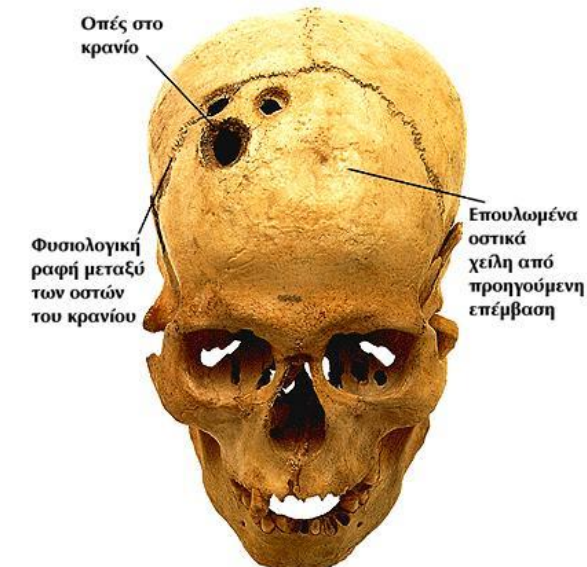
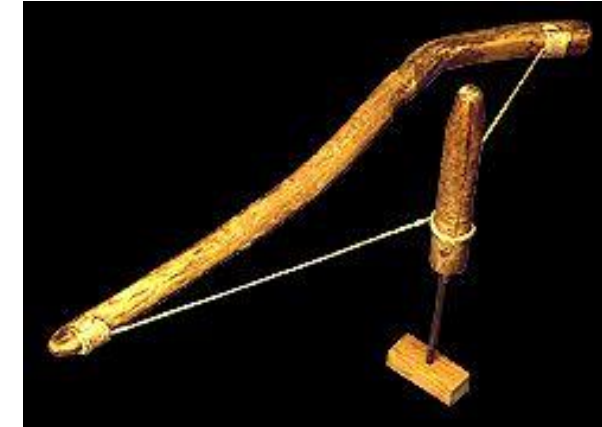
Εισαγωγή

Φυσιολογία του Κυττάρου –Μέρος Α

Προϊστορική Τεχνολογία



- **Πρώτες νευροχειρουργικές επεμβάσεις:**
Τρυπανισμός (20 000 π.Χ.)
 - Απομάκρυνση κακών πνευμάτων;
 - Επιληψία;
 - Ψυχικές διαταραχές;
 - Ημικρανία;
- **Τελευταία λέξη στην τεχνολογία**
 - Τρυπάνια από ξύλινη λαβή και αιχμηρό άκρο
 - Τόξο τρυπανισμού
- **Μερικοί από τους ασθενείς επιβίωσαν!**
- **Γίνεται και σήμερα!**



Οι Επιστήμες Σήμερα



Table 1.1 **Medical Specialists Associated With the Nervous System**

SPECIALIST	DESCRIPTION
Neurologist	An M.D. trained to diagnose and treat diseases of the nervous system
Psychiatrist	An M.D. trained to diagnose and treat disorders of mood and personality
Neurosurgeon	An M.D. trained to perform surgery on the brain and spinal cord
Neuropathologist	An M.D. or Ph.D. trained to recognize the changes in nervous tissue that result from disease

Neuroscience: Exploring the Brain, 3rd Ed, Bear, Connors, and Paradiso Copyright © 2007 Lippincott Williams & Wilkins

Table 1.2 **Types of Experimental Neuroscientists**

TYPE	DESCRIPTION
Computational neuroscientist	Uses mathematics and computers to construct models of brain functions
Developmental neurobiologist	Analyzes the development and maturation of the brain
Molecular neurobiologist	Uses the genetic material of neurons to understand the structure and function of brain molecules
Neuroanatomist	Studies the structure of the nervous system
Neurochemist	Studies the chemistry of the nervous system
Neuroethologist	Studies the neural basis of species-specific animal behaviors in natural settings
Neuropharmacologist	Examines the effects of drugs on the nervous system
Neurophysiologist	Measures the electrical activity of the nervous system
Physiological psychologist (Biological psychologist, psychobiologist)	Studies the biological basis of behavior
Psychophysicist	Quantitatively measures perceptual abilities

Neuroscience: Exploring the Brain, 3rd Ed, Bear, Connors, and Paradiso Copyright © 2007 Lippincott Williams & Wilkins



- Το κόστος της άγνοιας: Ασθένειες του νευρικού συστήματος

Table 1.3 **Some Major Disorders of the Nervous System**

DISORDER	DESCRIPTION
Alzheimer's disease	A progressive degenerative disease of the brain, characterized by dementia and always fatal
Cerebral palsy	A motor disorder caused by damage to the cerebrum at the time of birth
Depression	A serious disorder of mood, characterized by insomnia, loss of appetite, and feelings of dejection
Epilepsy	A condition characterized by periodic disturbances of brain electrical activity that can lead to seizures, loss of consciousness, and sensory disturbances
Multiple sclerosis	A progressive disease that affects nerve conduction, characterized by episodes of weakness, lack of coordination, and speech disturbance
Parkinson's disease	A progressive disease of the brain that leads to difficulty in initiating voluntary movement
Schizophrenia	A severe psychotic illness characterized by delusions, hallucinations, and bizarre behavior
Spinal paralysis	A loss of feeling and movement caused by traumatic damage to the spinal cord
Stroke	A loss of brain function caused by disruption of the blood supply, usually leading to permanent sensory, motor, or cognitive deficit

Οι Επιστήμες Σήμερα



• Το κόστος της άγνοιας: Ασθένειες του νευρικού συστήματος

Alzheimer's Disease in the European Union



Parkinson's Disease in the European Union



Multiple Sclerosis in the European Union



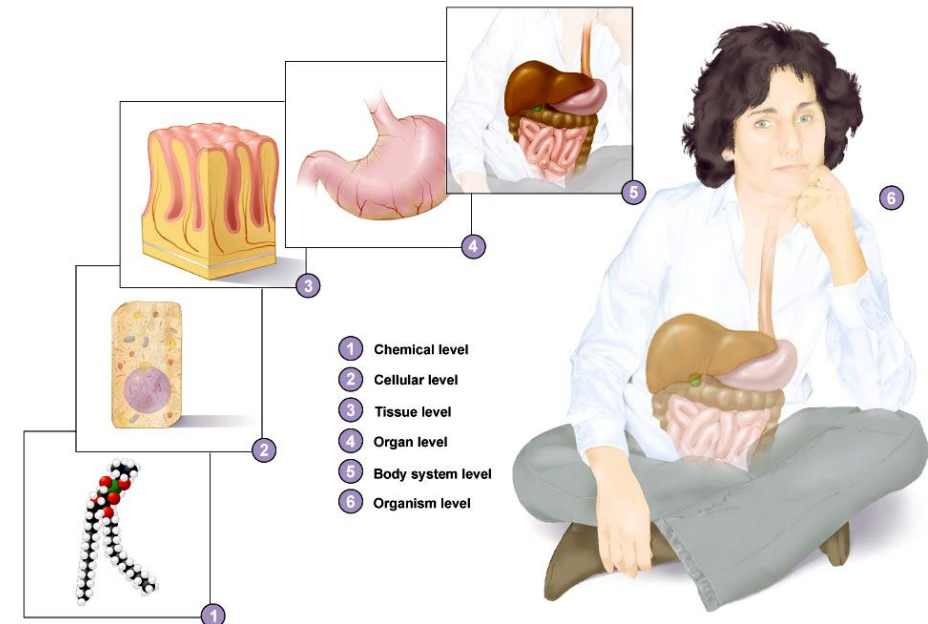


- **Τι είναι φυσιολογία;**

- Η μελέτη της λειτουργίας των ζώντων οργανισμών
- Μηχανιστική (mechanistic) προσέγγιση (αντί τελεολογικής (teleological) προσέγγισης)
 - Μηχανισμοί και όχι αποτέλεσμα

- **Επίπεδα οργάνωσης**

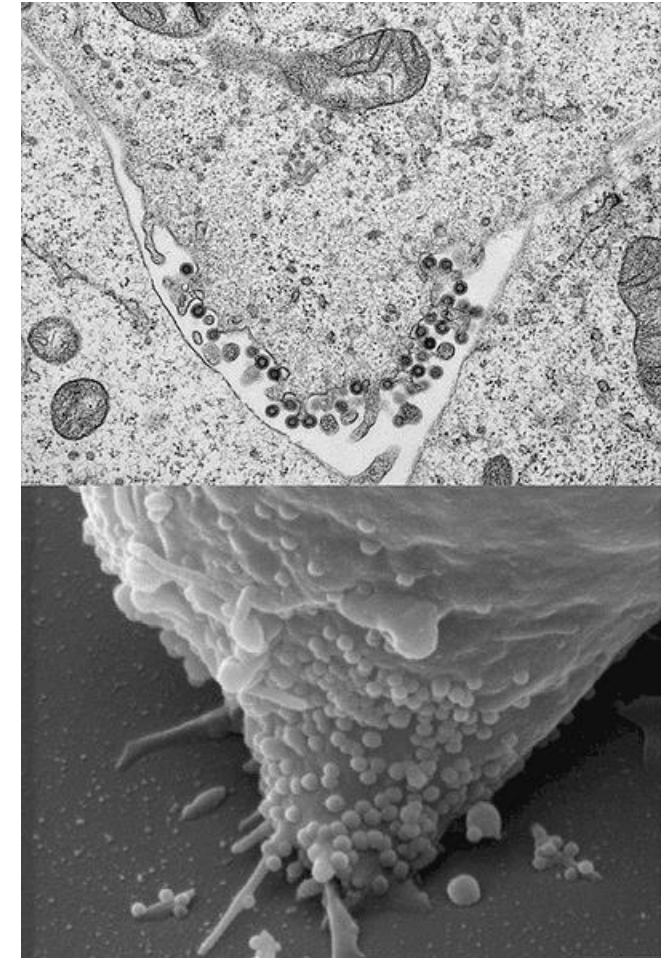
- Μόρια (Molecules)
- Κύτταρα (Cells)
 - Διαφοροποίηση (differentiation) ή μονοκύτταροι οργανισμοί (single cell organisms)
- Ιστοί (Tissues)
- Όργανα (Organs)
- Συστήματα (Systems)
- Οργανισμοί (Organisms)



© Brooks/Cole - Thomson Learning



- **Τα περισσότερα κύτταρα εκτελούν τις ίδιες σχεδόν λειτουργίες**
 - Λαμβάνουν θρεπτικές ουσίες και O_2
 - Παράγουν ενέργεια από τις θρεπτικές ουσίες και το O_2
 - Αποβάλλουν άχρηστα προϊόντα
 - Συνθέτουν πρωτεΐνες αναγκαίες για την δομή, την ανάπτυξη και τη λειτουργία κυττάρων
 - Ελέγχουν την ανταλλαγή υλικών με το τοπικό περιβάλλον
 - Ανταποκρίνονται στις αλλαγές του τοπικού περιβάλλοντος
 - Αναπαράγονται (όχι όλα τα κύτταρα)
- **Εξειδίκευση**
 - Χρήση των πιο πάνω λειτουργιών για να εκτελέσουν συγκεκριμένους στόχους (νεφρός, συκώτι, κ.λπ.)



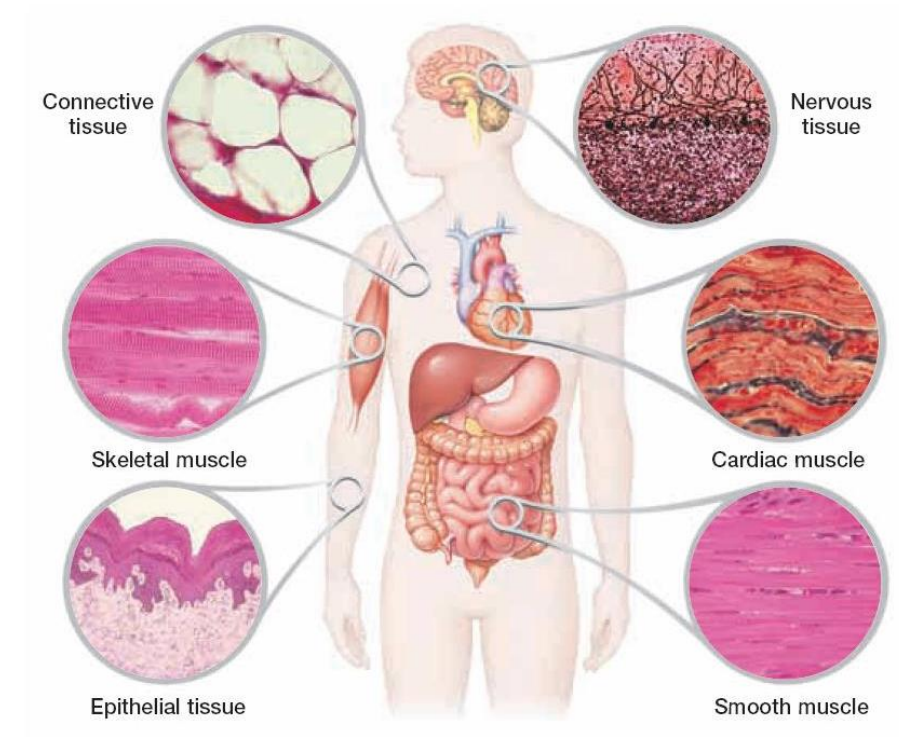


- **Συνδυασμός**

- Κυττάρων παρόμοιου τύπου και με παρόμοια δομή
- Διαφορετικών ποσοτήτων εξωκυτταρικού υλικού

- **Βασικοί τύποι ιστών**

- Μυϊκός ιστός
- Νευρικός ιστός
- Επιθηλιακός ιστός
- Συνδετικός ιστός





- **Μυϊκοί Ιστοί**

- Συστολή και παραγωγή δύναμης
- Σκελετικός μυς → κίνηση
- Καρδιακός μυς → λειτουργία καρδιάς
- Λείος μυς → γαστρεντερικό σύστημα, αιμοφόρα αγγεία

- **Νευρικοί ιστοί**

- Μεταφορά και ανάλυση πληροφοριών
- Δημιουργία και μετάδοση ηλεκτρικών και χημικών σημάτων

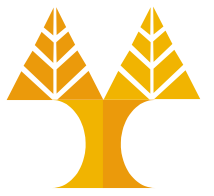
- **Επιθηλιακοί ιστοί**

- Δημιουργούν επενδυτικά στρώματα και ειδικεύονται στην ανταλλαγή υλικών
- Επιθηλιακά στρώματα και εκκρινικοί αδένες (glands), ενδοκρινείς (endocrine) και εξωκρινείς (exocrine)

- **Συνδετικοί Ιστοί**

- Ενώνουν, στηρίζουν και σταθεροποιούν τους άλλους ιστούς
 - Χαλαρός συνδετικός ιστός, τένοντες, κόκαλα, αίμα, κλπ.
- Λιγοστά κύτταρα με πολύ εξωκυτταρικό υλικό.
- Παράγουν ειδικές δομικές πρωτεΐνες (π.χ. κολλαγόνα (collagen), ελαστίνη (elastin))

Όργανα και Συστήματα

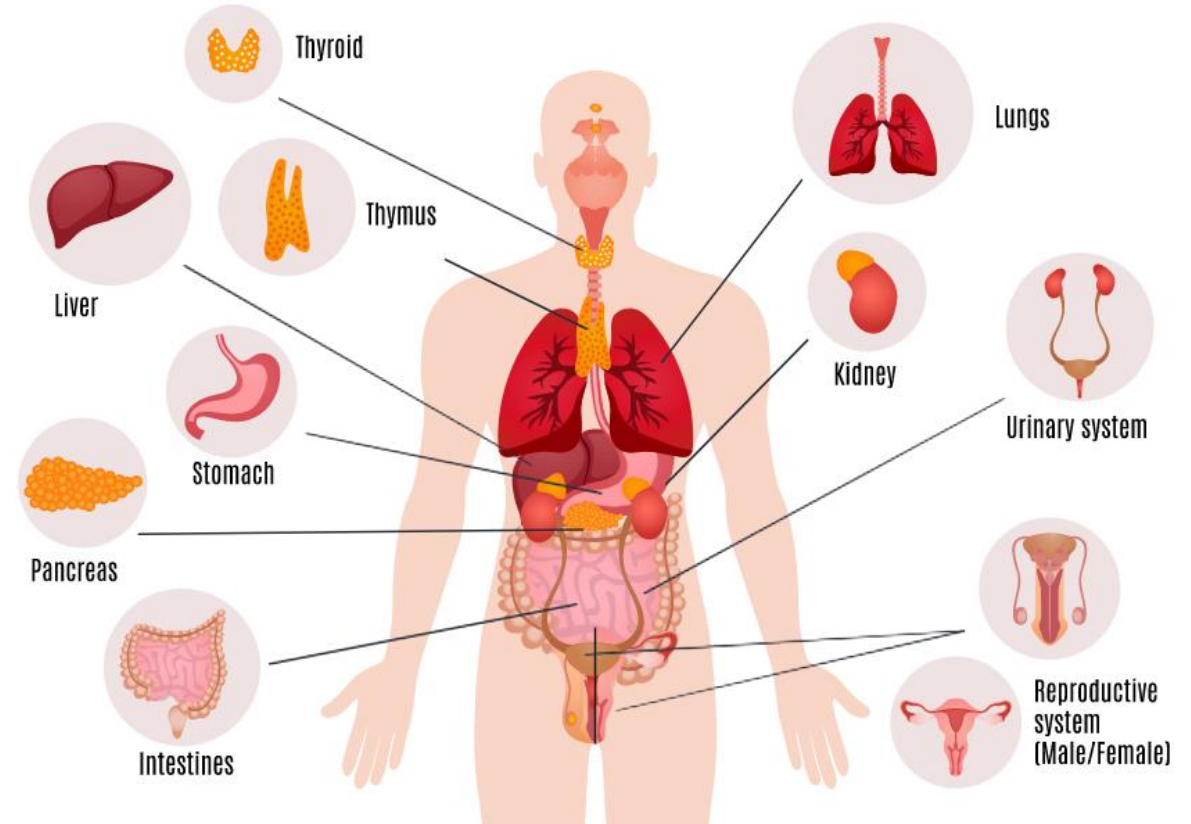


• Όργανα

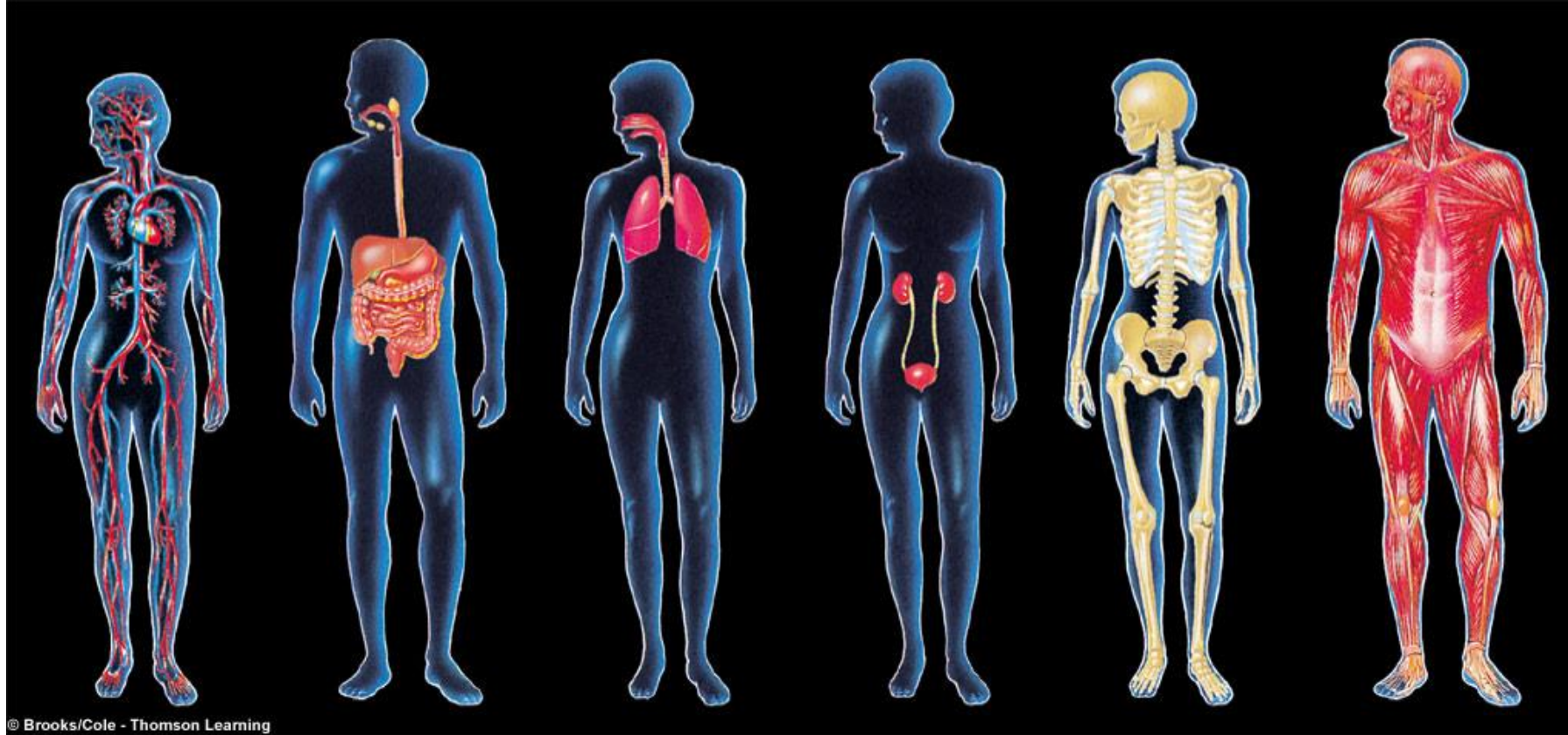
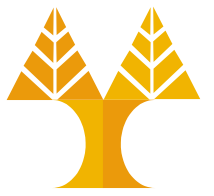
- Συνδυασμός δύο ή περισσότερων ιστών
- Συνδυάζονται για να επιτύχουν συγκεκριμένους στόχους
- Π.χ. στομάχι (επιθηλιακά στρώματα και αδένες, λείος μυς και συνδετικός ιστός) → χώνευση του φαγητού

• Συστήματα

- Συνδυασμός από διάφορα όργανα τα οποία επιτυγχάνουν συγκεκριμένο στόχο
- Π.χ. γαστρεντερικό σύστημα (στόμα, λάρυγγας, οισοφάγος, στομάχι, λεπτό έντερο, παχύ έντερο, πάγκρεας) → χώνευση και απορρόφηση του φαγητού



Συστήματα



© Brooks/Cole - Thomson Learning

Circulatory system
heart, blood,
blood vessels

Digestive system
mouth, pharynx,
esophagus, stomach,
small intestine, large
intestine, salivary
glands, exocrine
pancreas, liver,
gallbladder

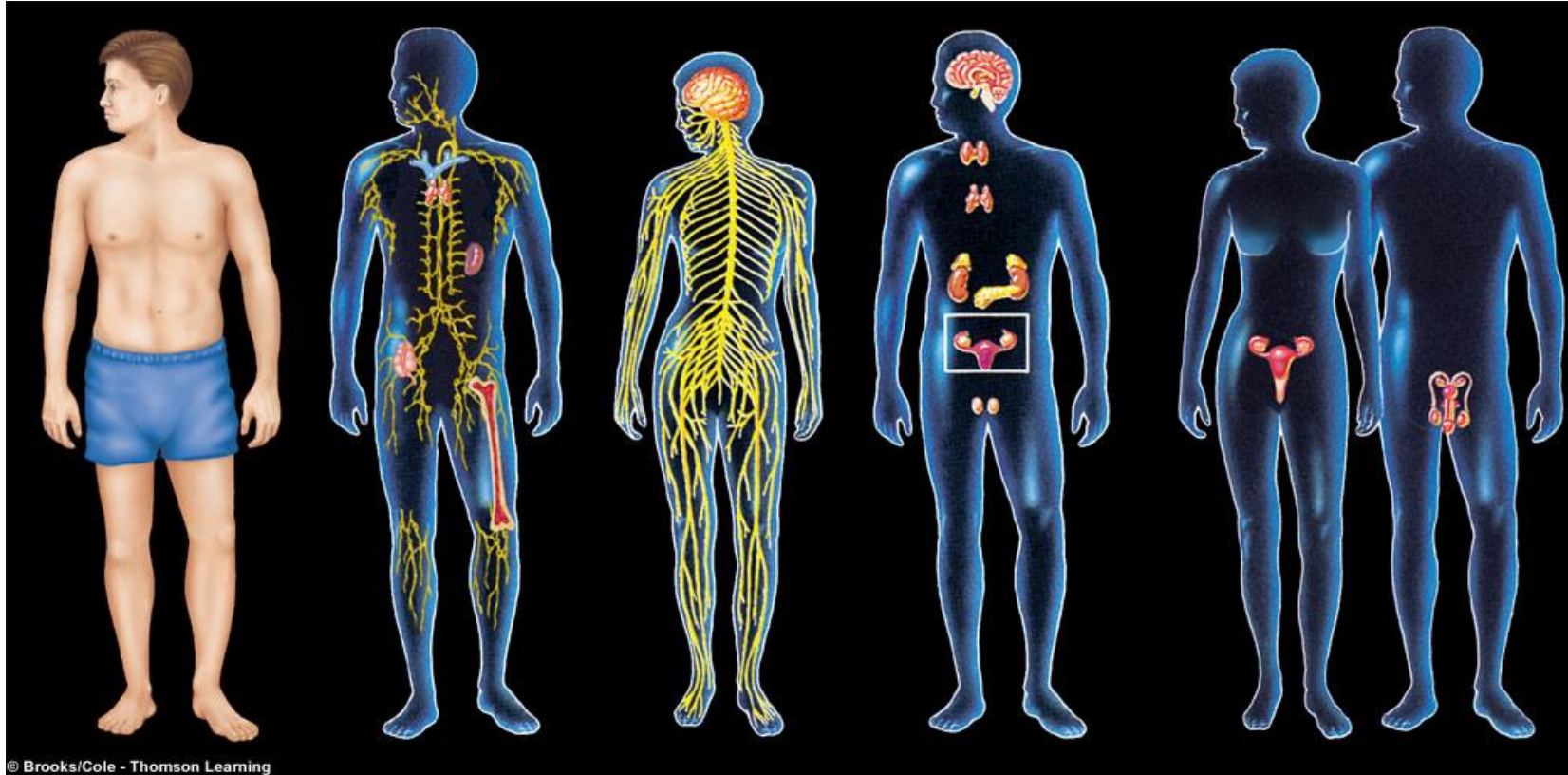
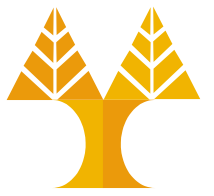
Respiratory system
Nose, pharynx, larynx,
trachea, bronchi, lungs

Urinary system
kidneys, ureters,
urinary bladder,
urethra

Skeletal system
bones, cartilage,
joints

Muscular system
skeletal muscles

Συστήματα



© Brooks/Cole - Thomson Learning

Integumentary system
skin, hair, nails

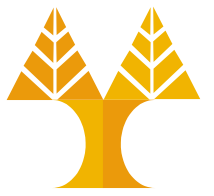
Immune system
lymph nodes, thymus, bone marrow, tonsils, adenoids, spleen, appendix, and, not shown, white blood cells, gut-associated lymphoid tissue, and skin-associated lymphoid tissue

Nervous system
brain, spinal cord, peripheral nerves, and, not shown, special sense organs

Endocrine system
all hormone-secreting tissues, including hypothalamus, pituitary, thyroid, adrenals, endocrine pancreas, gonads, kidneys, pineal, thymus, and, not shown, parathyroids, intestine, heart, and skin

Reproductive system
Male: testes, penis, prostate gland, seminal vesicles, bulbourethral glands, and associated ducts
Female: ovaries, oviducts, uterus, vagina, breasts

Εσωτερικό Περιβάλλον

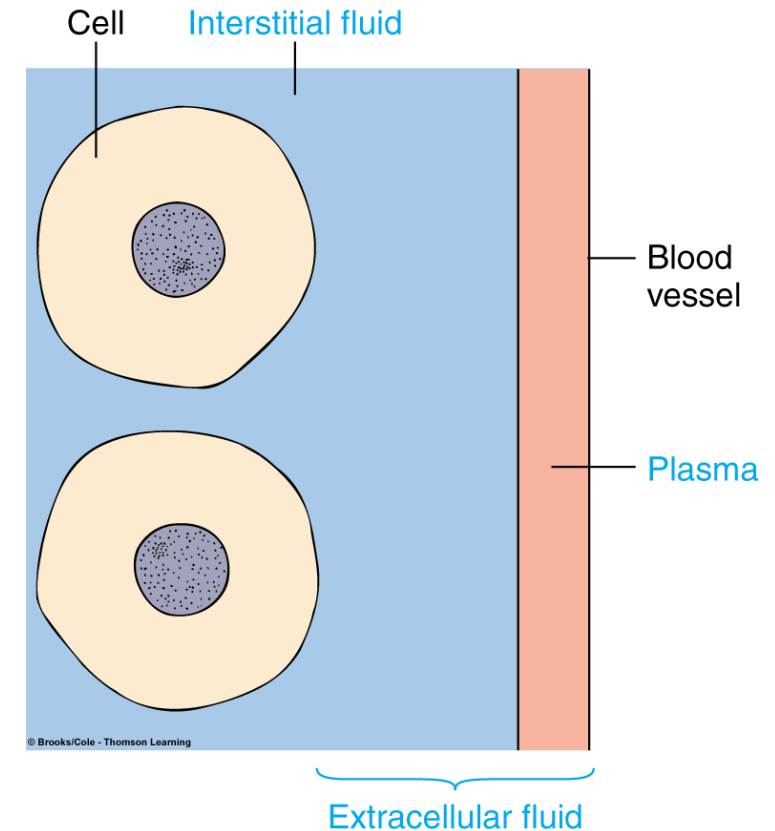


- **Κύτταρα πολυκυτταρικών οργανισμών**

- Συνεισφέρουν στη επιβίωση του οργανισμού
- Τα περισσότερα δεν βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό κόσμο

- **Υγρό εσωτερικό περιβάλλον**

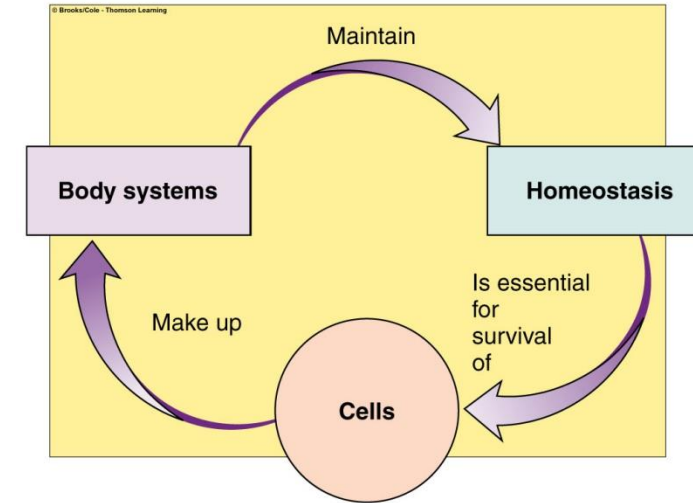
- Διατηρείται κατάλληλα ώστε να υποστηρίξει ζωή και λειτουργία
- Ενδοκυτταρικό υγρό (Intracellular fluid -ICF)
 - Το υγρό μέσα σε όλα τα κύτταρα
- Εξωκυτταρικό υγρό (Extracellular fluid -ECF)
 - Το υγρό εκτός των κυττάρων
 - Μεσοκυττάριο υγρό (Interstitial fluid) → ανάμεσα στα κύτταρα
 - Πλάσμα (Plasma) → μέσα στα αιμοφόρα αγγεία



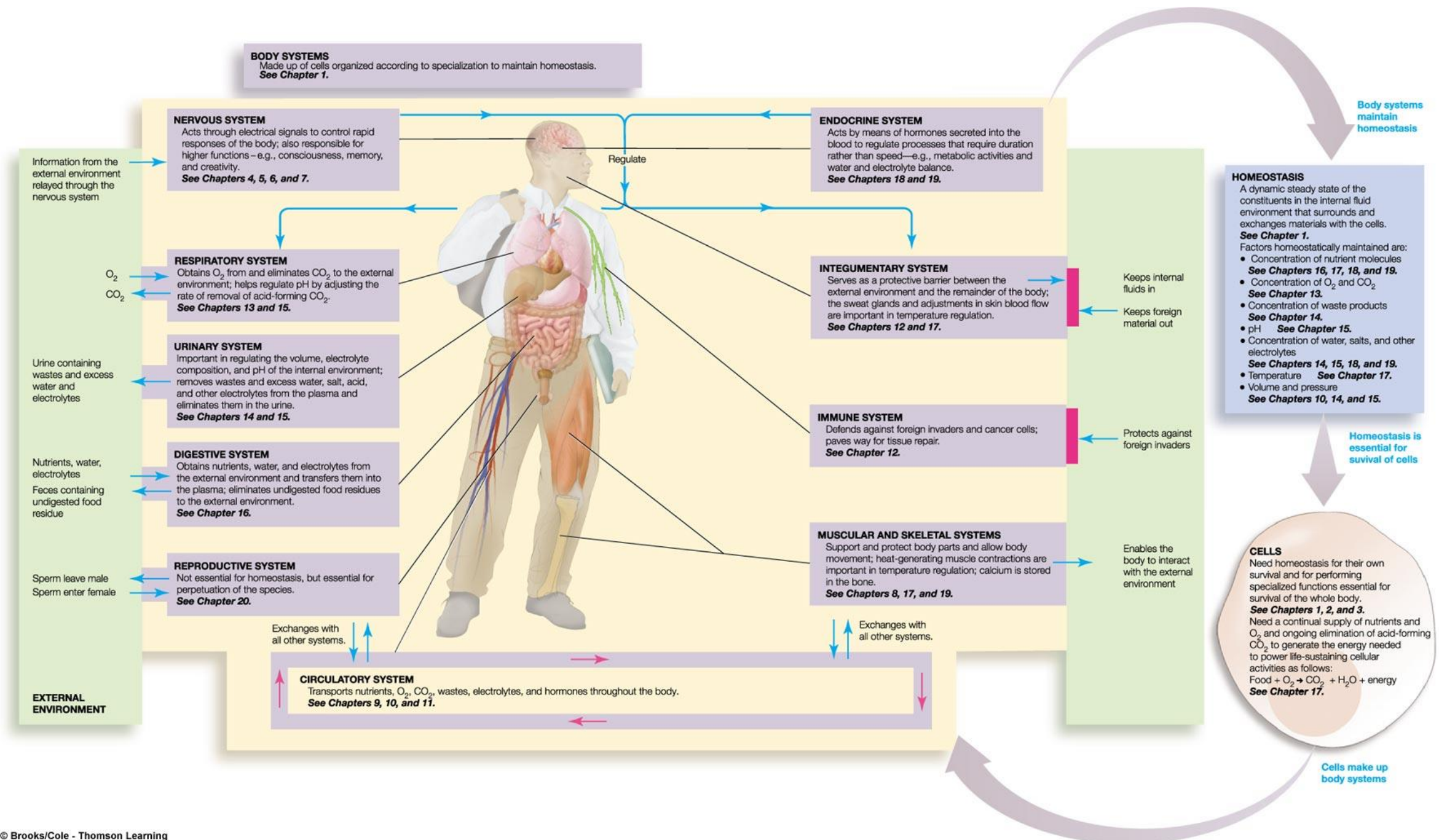


- **Ομοιόσταση (Homeostasis)**

- Μια κατάσταση του εσωτερικού περιβάλλοντος που επιτρέπει τη διατήρηση της ζωής
- Το περιβάλλον διατηρείται περίπου σταθερό
 - Συνεισφέρουν όλα τα κύτταρα, ιστοί και συστήματα
 - Διατηρούνται σταθεροί πολλοί παράγοντες
- Δυναμική κατάσταση
 - Εξωτερικές επεμβάσεις (perturbations)
 - Σύντομες μεταβατικές αποκρίσεις (transient responses) και μακροπρόθεσμη προσαρμογή (adaptation)
 - Επιστροφή στη σταθερή κατάσταση (steady state)



- Ελεγχόμενοι παράγοντες
 - Συγκέντρωση θρεπτικών μορίων
 - Συγκέντρωση O_2 και CO_2
 - Συγκέντρωση αποβλήτων υποπροϊόντων
 - pH
 - Συγκέντρωση νερού, αλάτων και ηλεκτρολυτών (electrolytes)
 - Όγκος και πίεση
 - Θερμοκρασία





- **Ομοιοστατικά συστήματα ελέγχου**

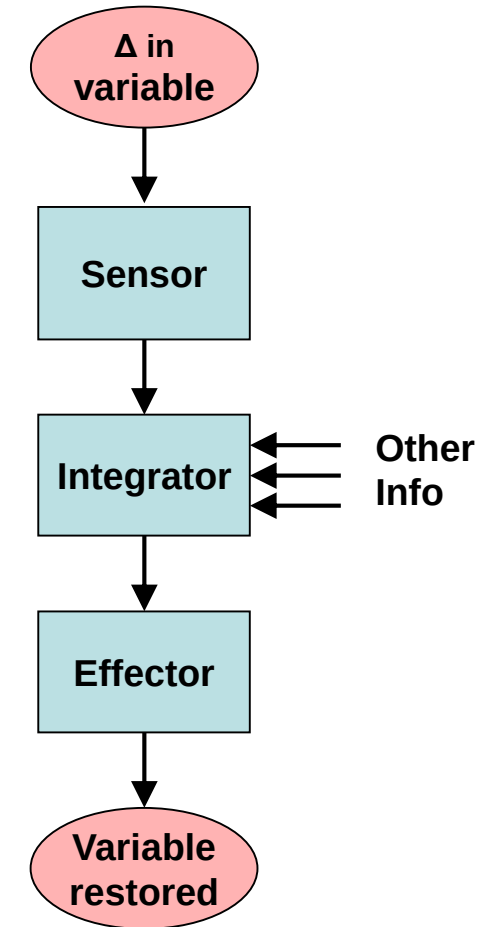
1. Διαπίστωση απόκλισης από τη σταθερή κατάσταση
2. Ενσωμάτωση σχετικών πληροφοριών
3. Εκτέλεση καταλλήλων προσαρμοστικών ενεργειών

- **Εγγενής (intrinsic) έλεγχος**

- Τοπικός στο κάθε όργανο
- Π.χ. χημικές αλλαγές σε εξασκούμενο μυ → διαστολή των αγγείων → αύξηση του O_2

- **Εξωγενής (extrinsic) έλεγχος**

- Ενέργειες σε απόκριση λόγω αλλαγών έξω από το όργανο
- Συντονισμός της δράσης διαφόρων οργάνων και συστημάτων
- Επιτυγχάνονται με μεσολάβηση του νευρικού και ενδοκρινικού συστήματος
- Π.χ. απόκριση στη άσκηση (βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη)



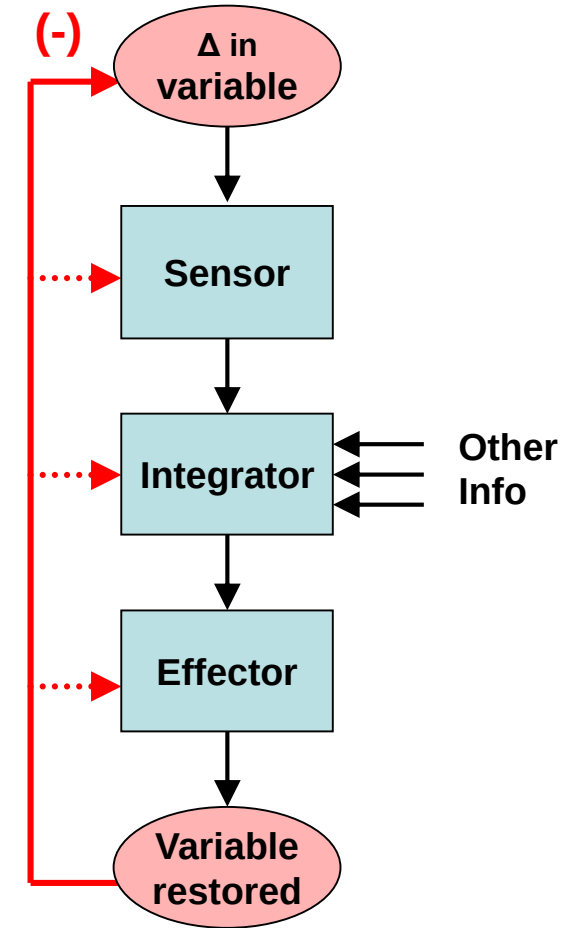


- **Ανάδραση (Feedback)**

- Μηχανισμός σταθεροποίησης των ελεγχόμενων παραγόντων

- **Αρνητική ανάδραση (Negative feedback)**

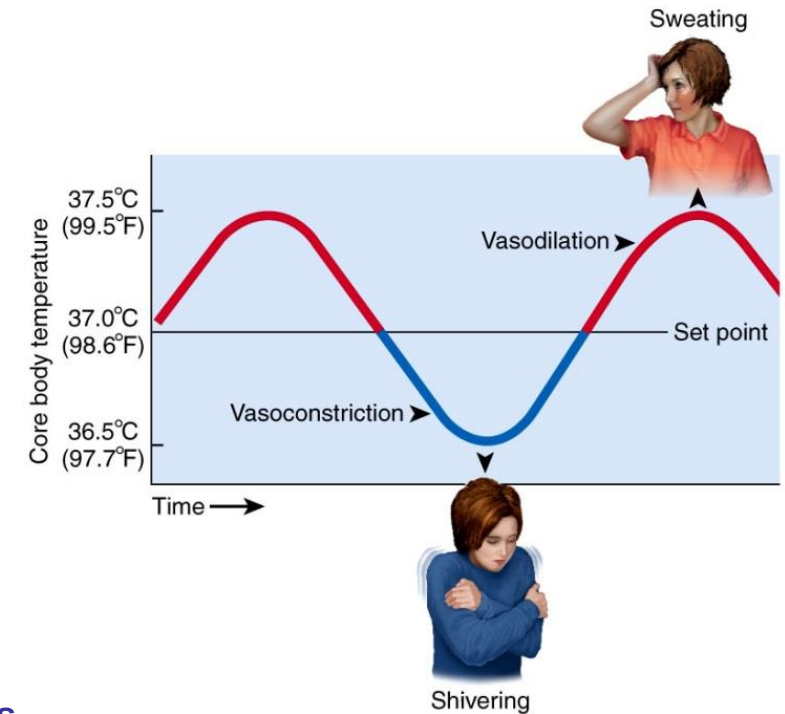
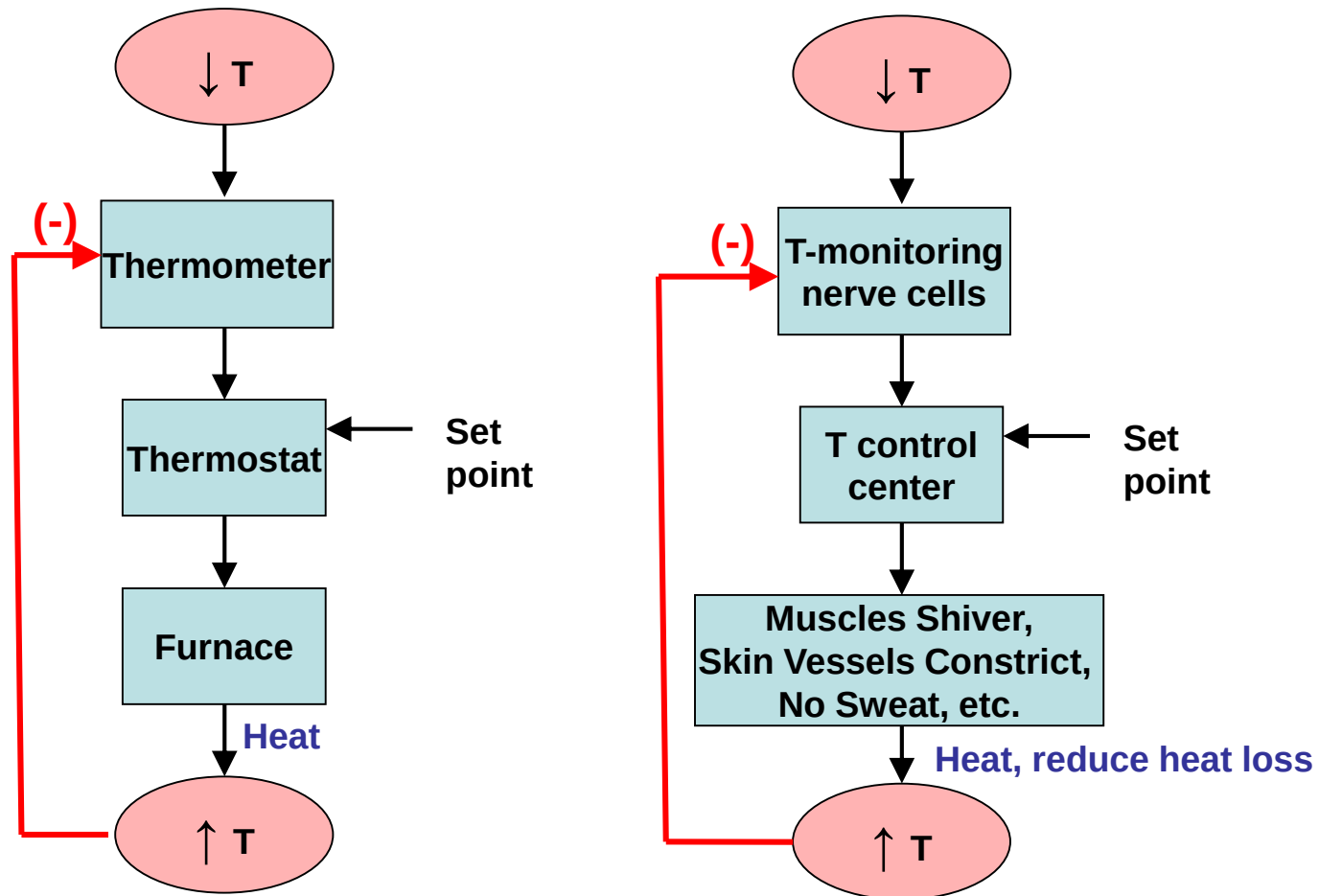
- Αλλαγή στις παραμέτρους θέτει σε εφαρμογή μια αντίδραση η οποία οδηγεί προς την αντίθετη κατεύθυνση
- Τείνει να διορθώνει την παράμετρο και να επιστρέφει το σύστημα στη σταθερή του κατάσταση (steady state)



Ομοιόσταση



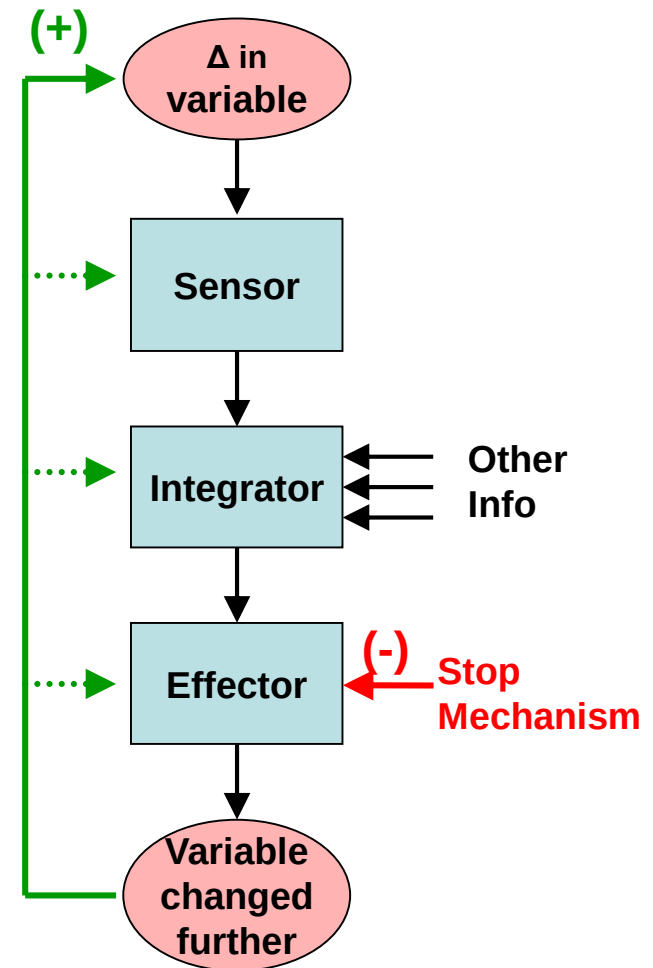
- Παράδειγμα αρνητικής ανάδρασης
 - Έλεγχος της θερμοκρασίας – Σπίτι και Σώμα





- **Θετική ανάδραση (Positive feedback)**

- Αλλαγή στις παραμέτρους θέτει σε εφαρμογή μια αντίδραση η οποία οδηγεί προς την ίδια κατεύθυνση
- Τείνει να εντείνει την αλλαγή στη παράμετρο και να ενισχύει την αλλαγή
- Δεν είναι τόσο συνηθισμένη όση η αρνητική ανάδραση
- Πάντα πρέπει να υπάρχει ένας μηχανισμός που να σταματά τη θετική ανάδραση
- Παρουσιάζεται και όταν διακόπτεται (από μη-φυσιολογικούς προάγοντες) η αρνητική ανάδραση

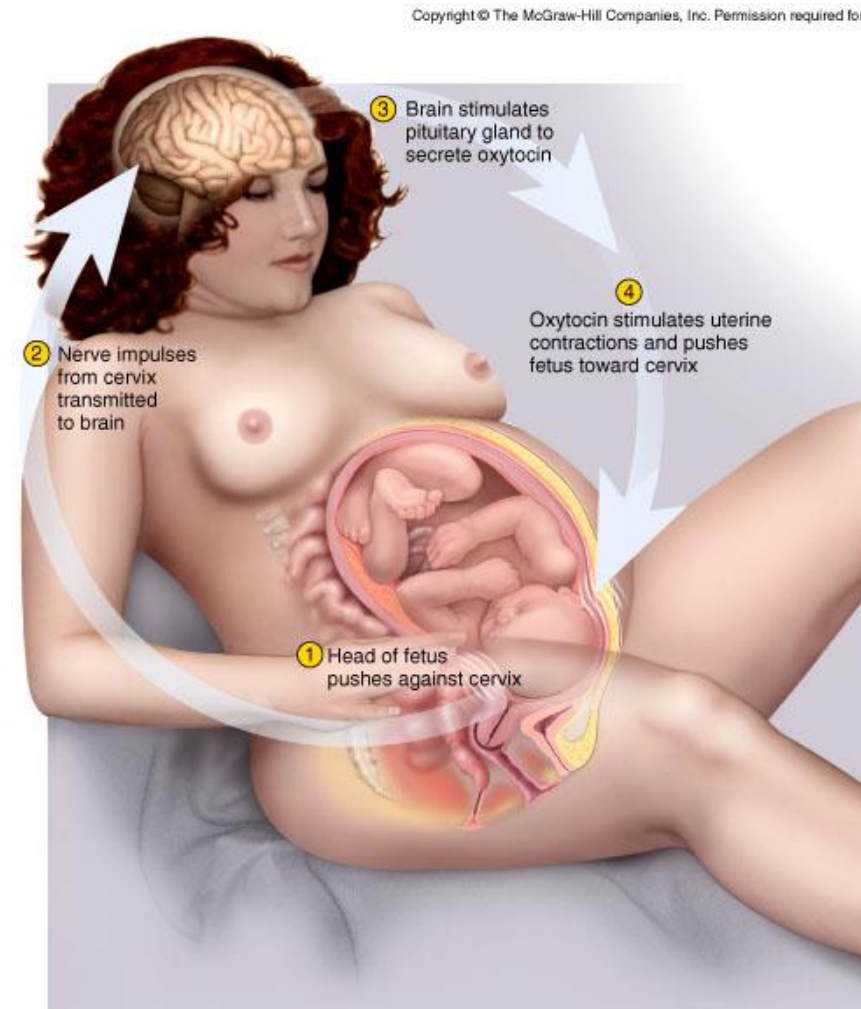
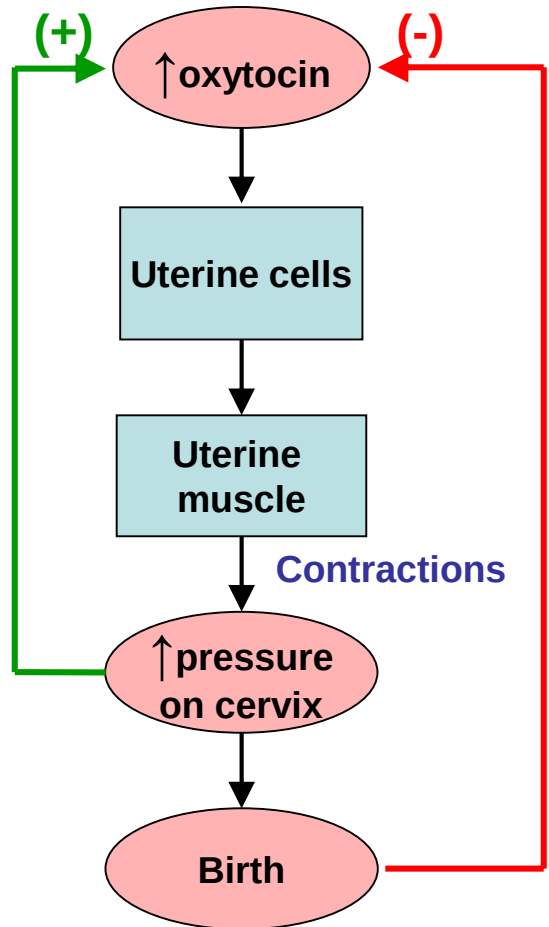


Ομοιόσταση

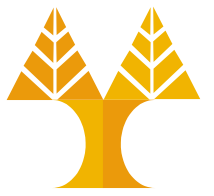


- Παράδειγμα θετικής ανάδρασης

- Γέννα



Ομοιόσταση

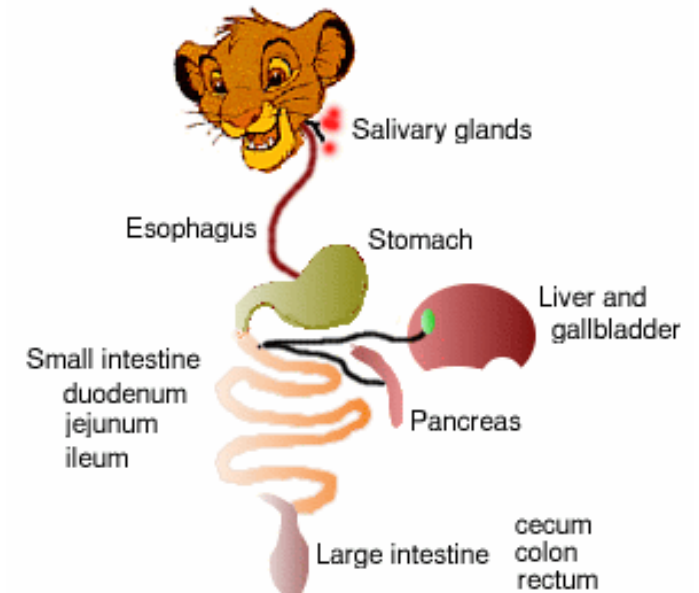
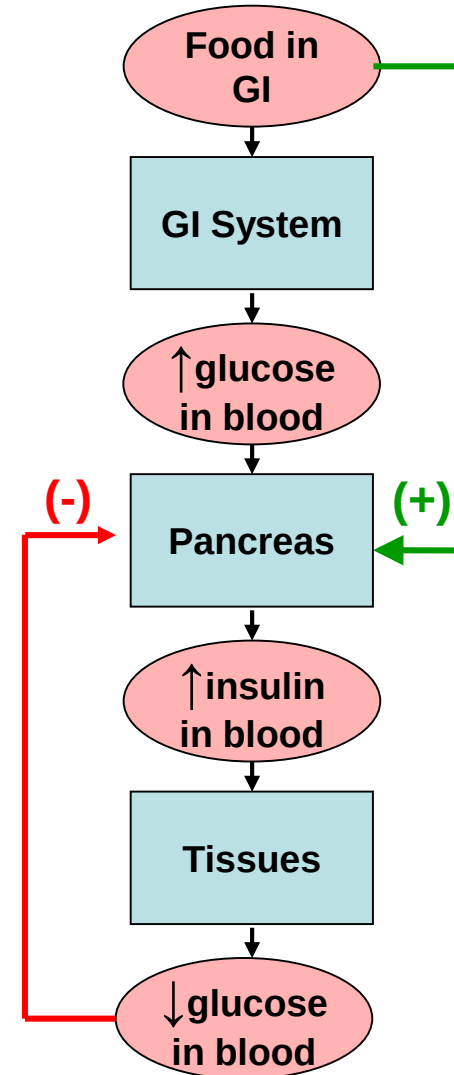


- **Μηχανισμοί εμπρόσθιας τροφοδότησης (Feedforward Mechanisms)**

- Θέτουν σε εφαρμογή μια αντίδραση σε αναμονή κάποιας αλλαγής
- Π.χ. Θέα φαγητού → έκκριση σάλιου
- Π.χ. Φαγητό στο γαστρεντερικό σύστημα → έκκριση ινσουλίνης σε αναμονή της άφιξης της γλυκόζης

- **Διαταραχές στην ομοιόσταση**

→ Παθοφυσιολογία (pathophysiology)



Φυσιολογία του Κυττάρου



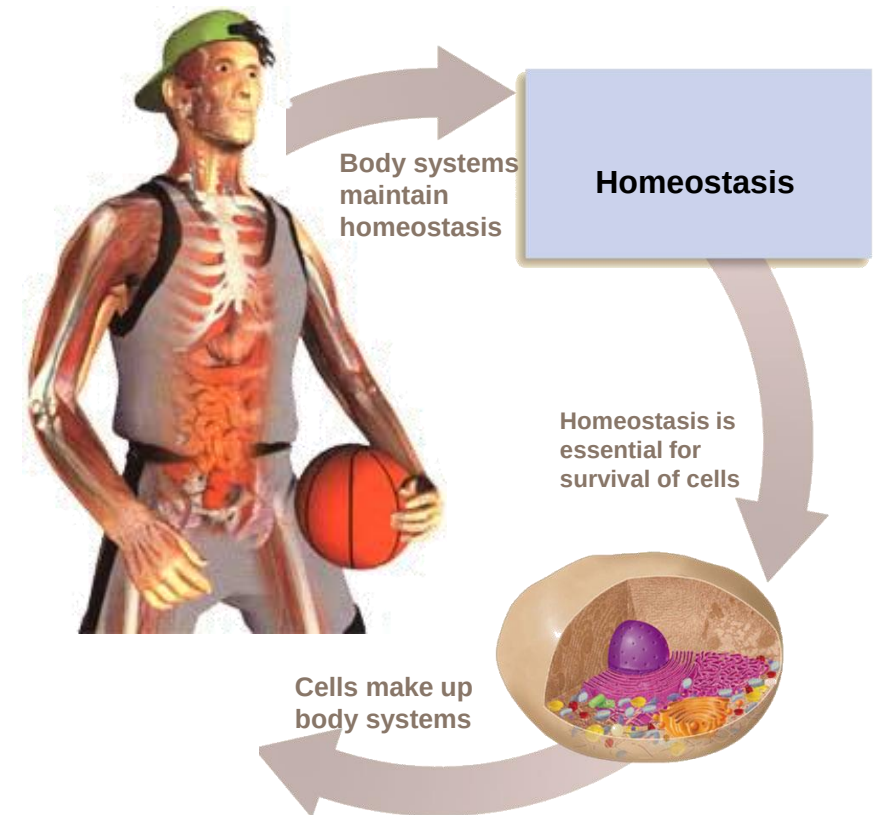
• Κύτταρα

- Οι μικρότερες δομικές και λειτουργικές μονάδες
- Ικανές να διατηρούνται σε ζωή
- Λειτουργικές δραστηριότητες του κυττάρου
 - Εξαρτώνται από τις συγκεκριμένες χημικές αλλά και δομικές ιδιότητες του κυττάρου

• Δομή και λειτουργία των οργανισμών

- Εξαρτώνται από τα συγκεκριμένα και συλλογικά χαρακτηριστικά και την οργάνωση των κυττάρων τους
 - Τρισεκατομμύρια κύτταρα
 - Περισσότεροι από 200 τύποι

• Για κατανόηση της λειτουργίας χρειάζεται και μελέτη των δομικών στοιχείων των κυττάρων



© Brooks/Cole - Thomson Learning

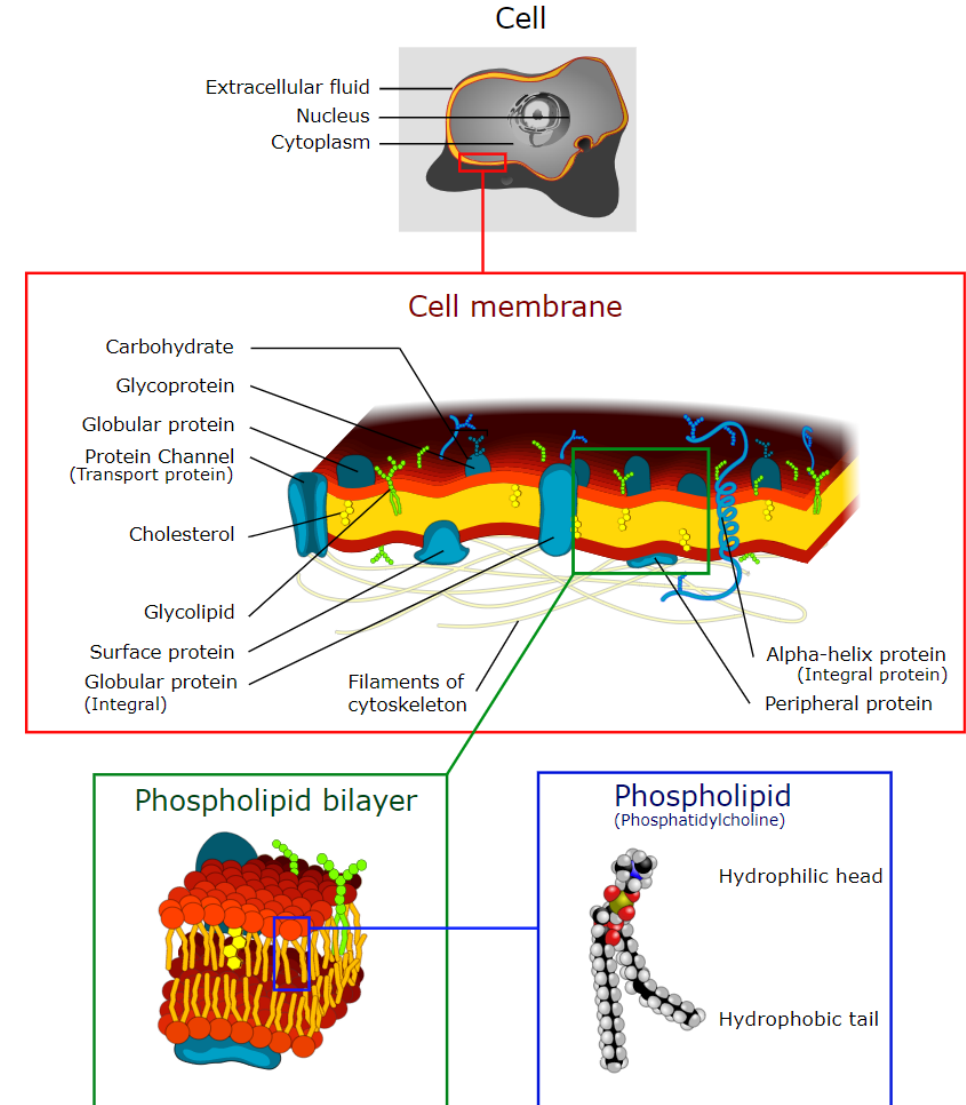
Δομή του Κυττάρου



• Βασική Δομή

1. Κυτταρική μεμβράνη (Plasma or cell membrane)

- Διπλό στρώμα φωσφολιπιδίων (Phospholipid bilayer)
 - Δημιουργείται μια “σφαίρα” λιπιδίων που είναι υδροφιλική μέσα και έξω!
- Διαχωριστικό φράγμα μεταξύ ICF και ECF
- Επιλεκτική, μεταβλητή και αμφίδρομη (selective, variable and bidirectional) περατότητα διαφόρων μορίων
 - Δίαυλοι (channels), πόροι (pores), κλπ.
- Μετάδοση σημάτων μεταξύ ECF και ICF
 - Υποδοχείς (receptors)
- Σταθεροποίηση του κυττάρου στον συνδετικό ιστό και στα άλλα κύτταρα

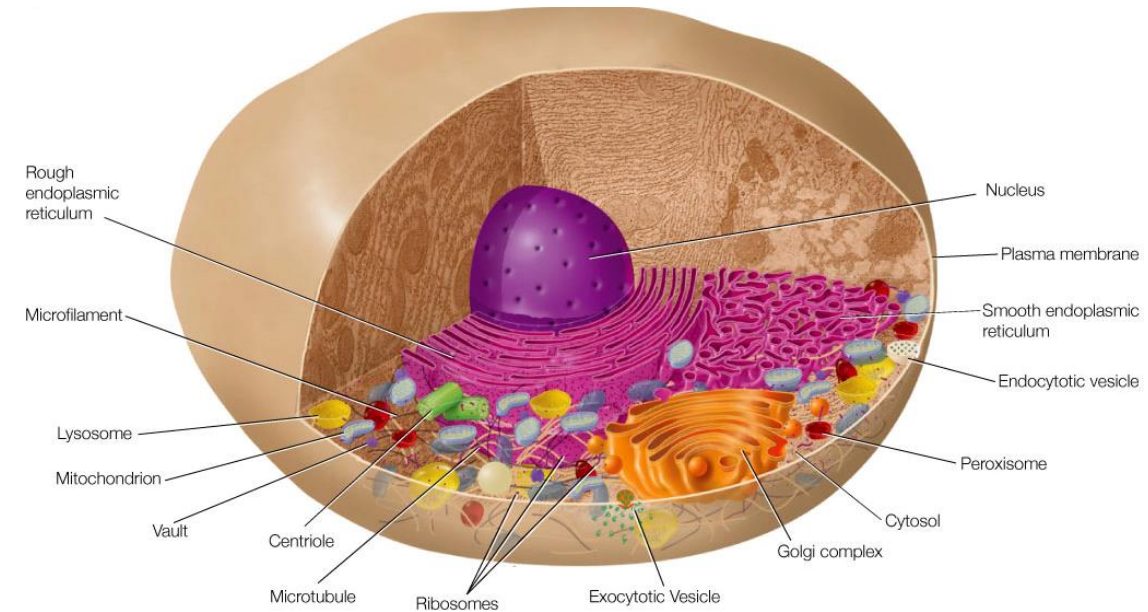




• Βασική Δομή

2. Κυτταρόπλασμα (Cytoplasm)

- Διάφορα οργανίδια (organelles)
 - Ενδοπλασμικό Δίκτυο (Endoplasmic reticulum)
 - Δικτυοσώματα ή Σώματα Golgi (Golgi complex)
 - Λυσοσώματα (Lysosomes)
 - Περοξυσώματα (Peroxisomes)
 - Μιτοχόνδρια (Mitochondria)
 - Θάλαμοι (Vaults)
- Κυτοσόλιο (Cytosol) = κύτταρο + ζελέ
 - Ενζυματικός έλεγχος του ενδιάμεσου μεταβολισμού (intermediary metabolism)
 - Σύνθεση πρωτεϊνών από ριβοσωμάτια (ribosomes)
 - Αποθήκευση λίπους και υδατανθράκων
 - Συμπεριλαμβάνει και των κυτταροσκελετό (cytoskeleton)



Δομή του Κυττάρου



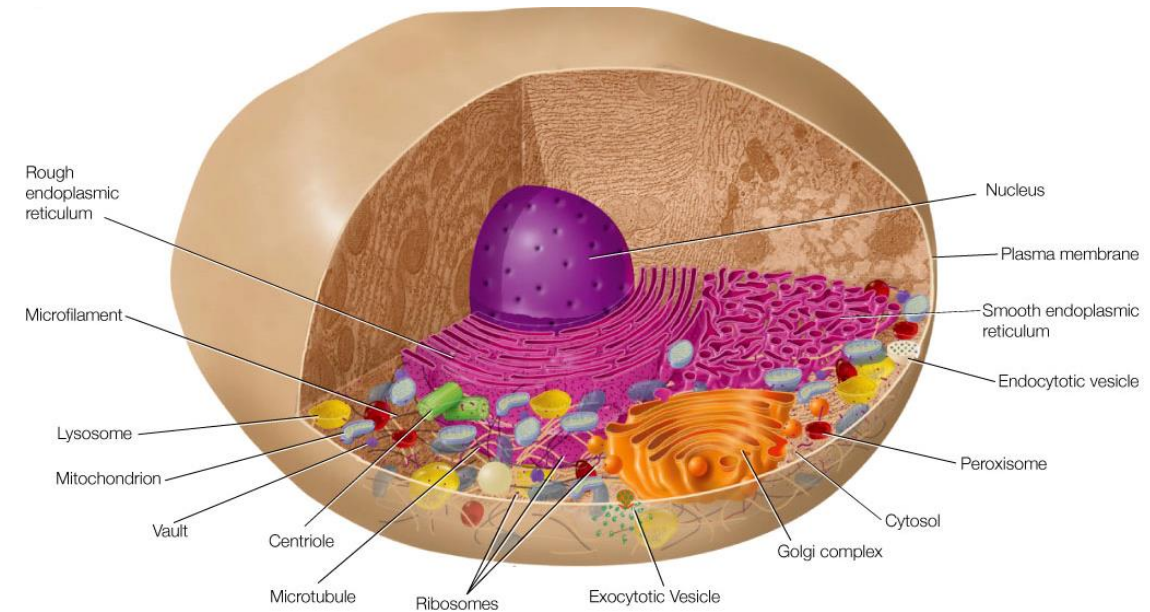
- **Βασική Δομή**

- 3. Πυρήνας (Nucleus)

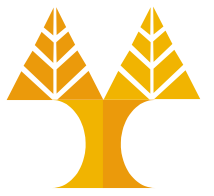
- Περιβάλλεται από την πυρηνική μεμβράνη (με πόρους)
 - Περιλαμβάνει το γενετικό υλικό του κυττάρου → deoxyribonucleic acid (DNA)

- DNA

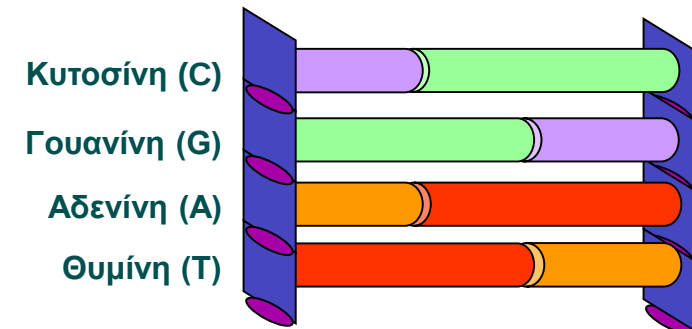
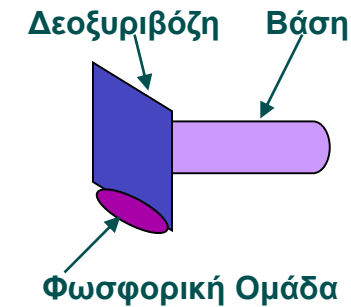
- Μεταφέρει γενετικές πληροφορίες και αποτελεί το λεπτομερές προσχέδιο για διπλασιασμό κατά την κυτταρική διαίρεση
 - Καθοδηγεί τη σύνθεση των πρωτεϊνών



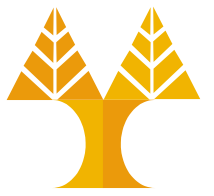
DNA και Σύνθεση Πρωτεϊνών



- **Μακρομόριο**
- **Αποτελείται από νουκλεοτίδια**
 - ζάχαρη (δεοξυριβόζη)
 - φωσφορική ομάδα
 - αζωτούχος βάση
 - αδενίνη (A), γουανίνη (G), κυτοσίνη (C) και θυμίνη (T)
- **Κανόνας της συμπληρωματικότητας**
 - αδενίνη συνδέεται μόνο με θυμίνη
 - κυτοσίνη μόνο με γουανίνη
 - και αντίστροφα
 - $A = T$ και $G = C$ σε όλα τα είδη
 - $(A+T / G + C)$ διαφέρει από είδος σε είδος



DNA και Σύνθεση Πρωτεϊνών



- **Διπλή έλικα του DNA**

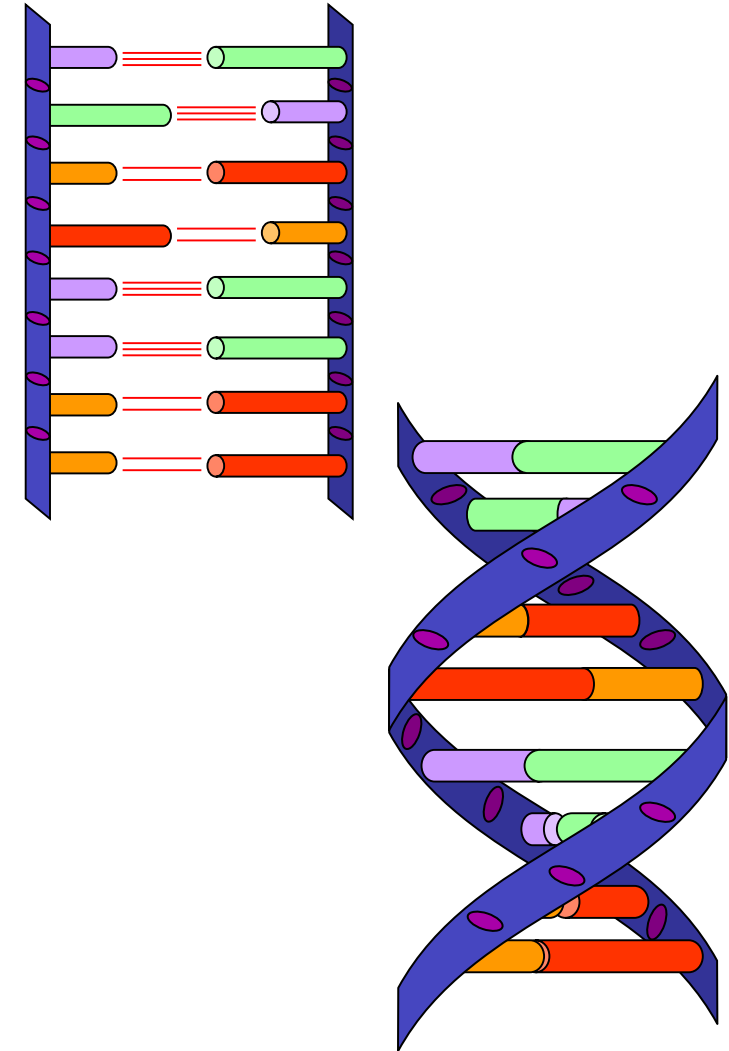
- 1953 Watson και Crick → μοντέλο διπλής έλικας DNA
 - απεικόνιση με ακτίνες-Χ
 - μεγαλύτερη βιολογική ανακάλυψη του 20^{ού} αιώνα
- μοναδικές ιδιότητες
- μόριο ιδανικό ως γενετικό υλικό

- **Δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες**

- δεξιόστροφη διπλή έλικα
- αζωτούχες βάσεις συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις απέναντι

- **Δύο αλυσίδες ενός μορίου DNA είναι συμπληρωματικές**

- καθορίζει η μια την άλλη
- κάθε αλυσίδα καλούπτι για σύνθεση συμπληρωματικής
 - δύο δίκλωνα μόρια DNA πανομοιότυπα με το μητρικό μόριο
 - καταλληλότερο μόριο για τη διατήρηση και τη μεταβίβαση γενετικής πληροφορίας





- **Αυτοδιπλασιασμός**

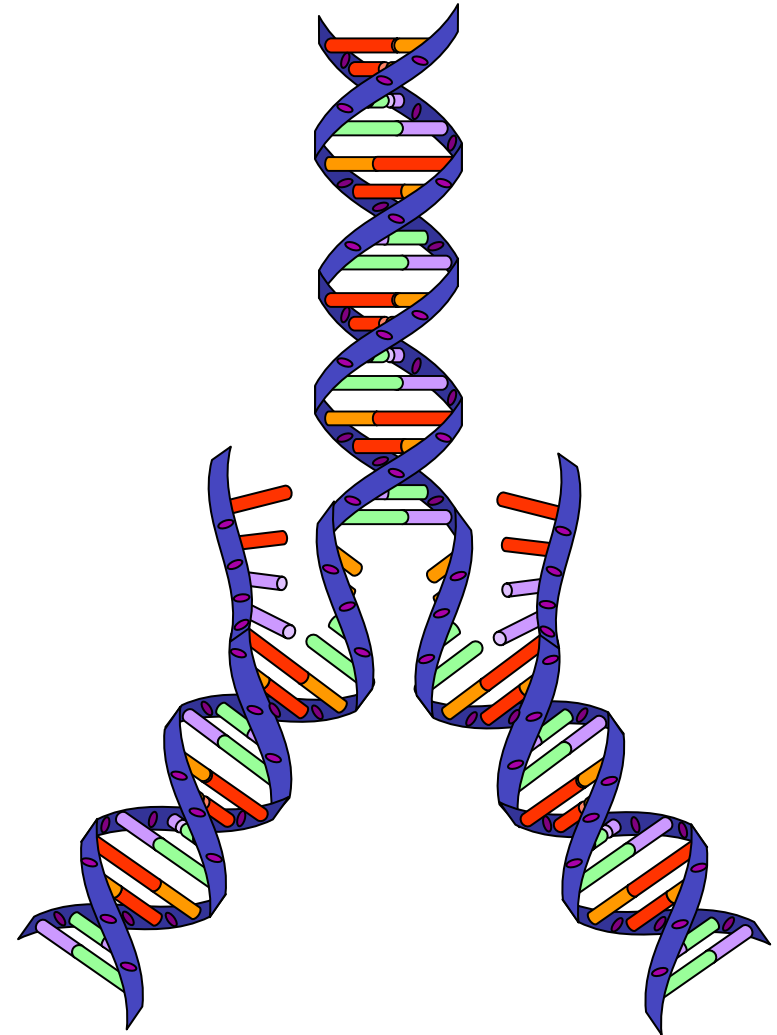
- “ξεκουμπώνεται” όπως ένα φερμουάρ
- κάθε αλυσίδα του να χρησιμεύει σαν καλούπι
 - σχηματισμός μιας συμπληρωματικής αλυσίδας
- παραγωγή δύο πανομοιότυπων δίκλωνων μορίων DNA
 - Ειδικά ένζυμα “επιδιορθώνουν” προβλήματα
 - Μπορούν να συμβούν “λάθη” (δηλ. μεταλλάξεις)

- **Αντιγράφεται χωρίς λάθη**

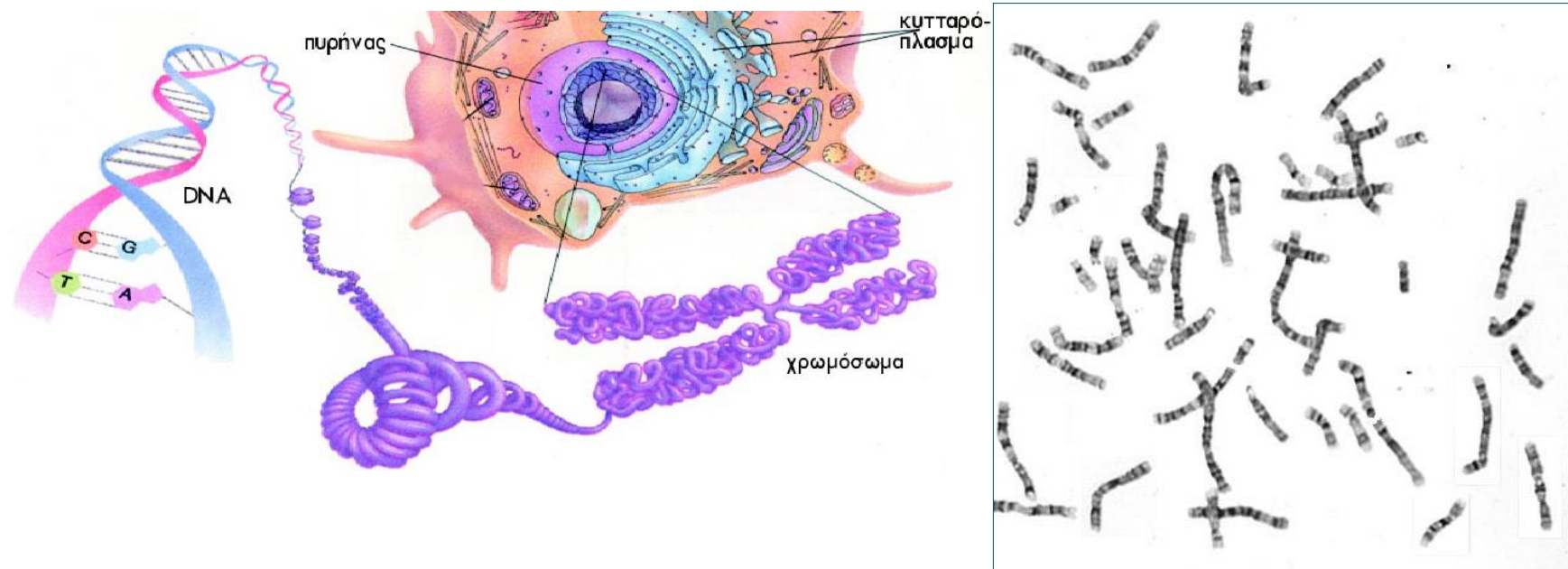
- μεταφέρεται από γενιά σε γενιά κατά την κυτταρική διαίρεση

- **Υφίσταται αλλαγές**

- γνωστές ως μεταλλάξεις
- δημιουργούνται παραλλαγές
- οργανισμοί προσαρμόζονται καλύτερα σε μεταβαλλόμενες συνθήκες



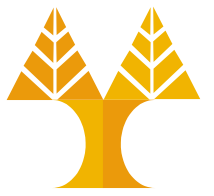
DNA και Σύνθεση Πρωτεϊνών



- **Χρωμοσώματα**

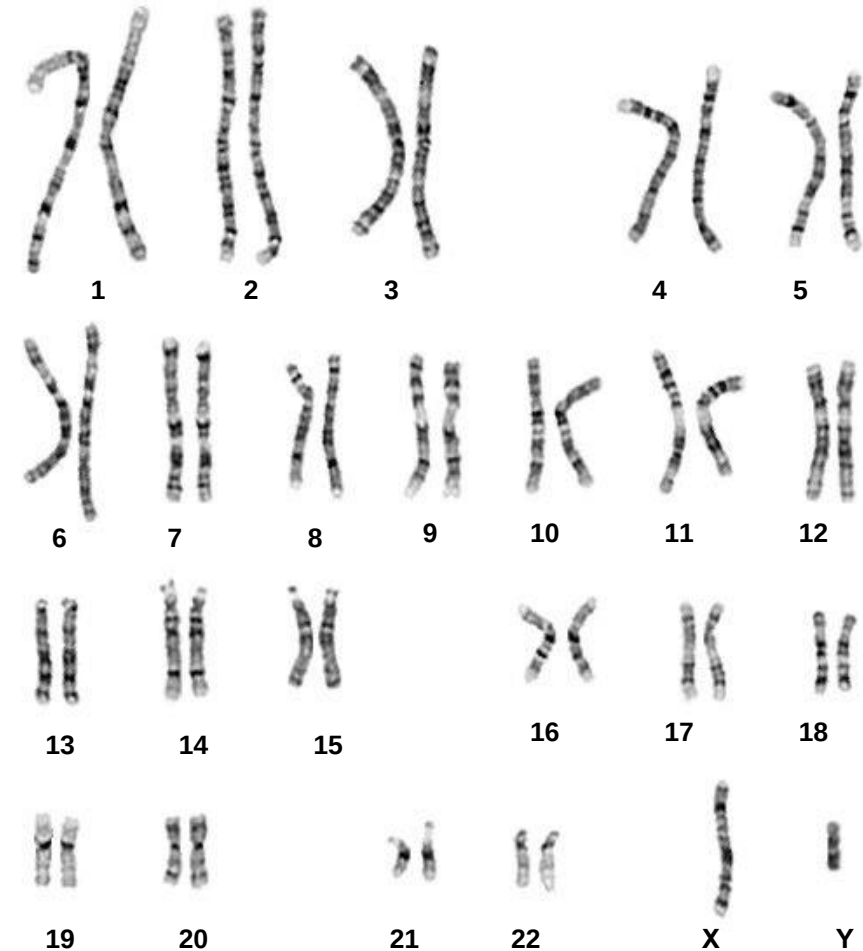
- χρωματίζονται έντονα με ειδικές χρωστικές ουσίες
- βρίσκονται στον πυρήνα του κυττάρου
- οι φορείς της γενετικής πληροφορίας στα ευκαρυωτικά κύτταρα
- αυτοτελείς κληρονομικές μονάδες
- DNA είναι το βασικό συστατικό

DNA και Σύνθεση Πρωτεϊνών

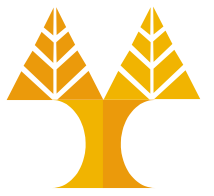


• Αριθμός χρωσωμάτων

- χαρακτηριστικός για κάθε είδος
 - άνθρωπος → 46
 - ελιά → 46
 - σκουλήκια → 1
 - καβούρια → 200 και πλέον
 - γενικά από 10 ως 50
- διαφοροποιούν ένα είδος από ένα άλλο
 - όχι τόσο ο αριθμός των χρωσωμάτων
 - κυρίως η γενετική πληροφορία που υπάρχει σ' αυτά

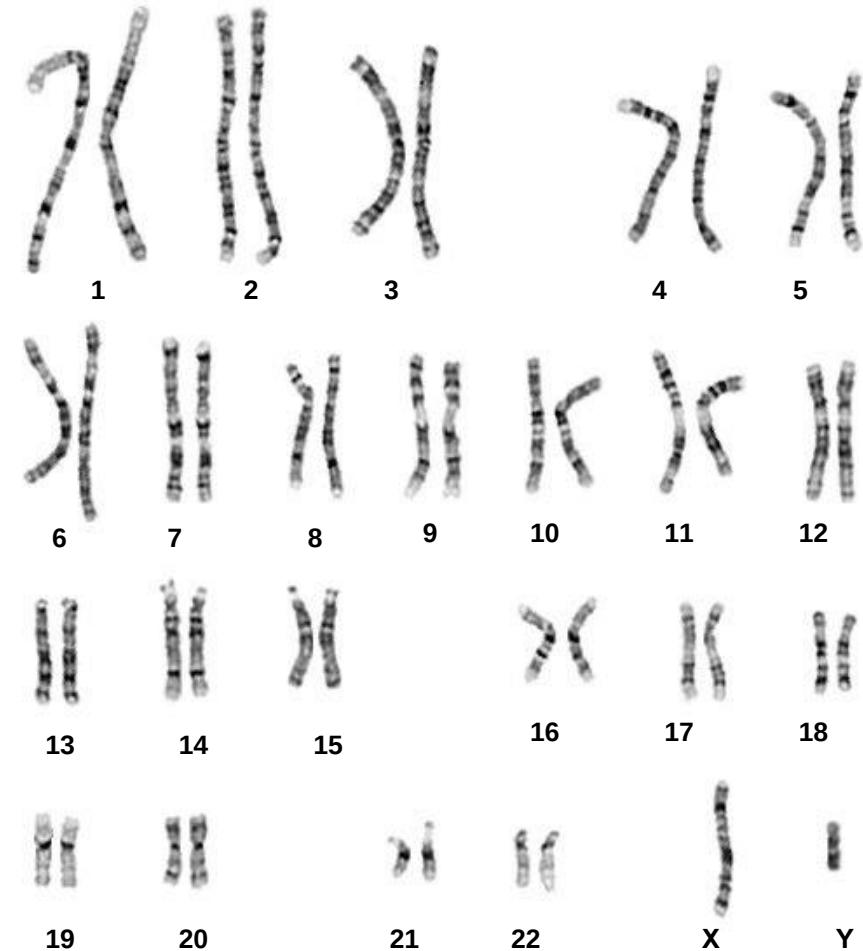


DNA και Σύνθεση Πρωτεϊνών

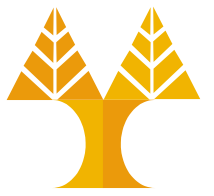


• Χρωμοσώματα

- σε ζευγάρια στα σωματικά κύτταρα
 - ένα ζευγάρι από κάθε είδος → διπλοειδές κύτταρο (ή $2n$)
 - 46 χρωμοσώματα → 23 διαφορετικά ζευγάρια
- σε κάθε ζευγάρι
 - ομόλογα χρωμοσώματα
 - όμοια ως προς το μέγεθος και τη μορφή τους
 - Εξαίρεση: φυλετικά χρωμοσώματα
- μόνο ένα στους γαμέτες
 - μόνο ένα → απλοειδή κύτταρα ή ($1n$)



DNA και Σύνθεση Πρωτεϊνών



- **Χρωμόσωμα**

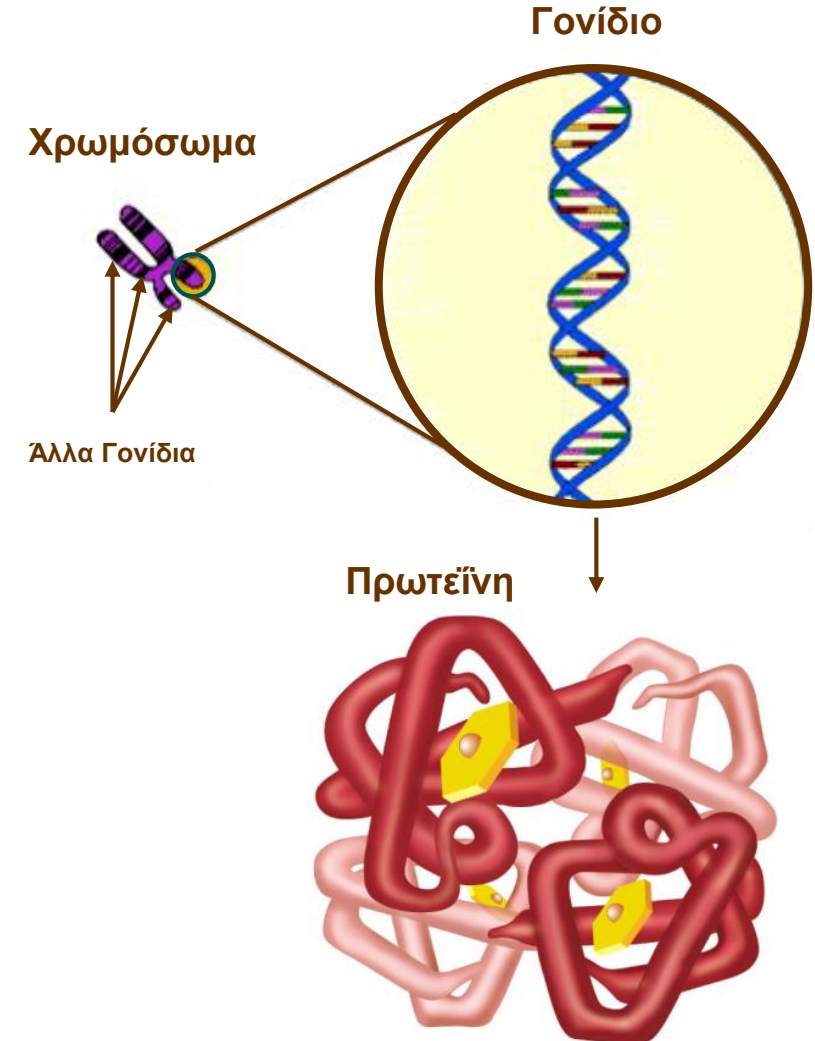
- εκατοντάδες ή και χιλιάδες διαφορετικά γονίδια
- σε γραμμική διάταξη

- **Γονίδιο**

- πληροφοριακή μονάδα
- κάποιο χαρακτηριστικό του οργανισμού
 - χρώμα των ματιών στον άνθρωπο
 - μήκος των φτερών στις μύγες
 - χρώμα των σπερμάτων στα μπιζέλια κ.ά.
- μια καθορισμένη σειρά από νουκλεοτίδια
- ελέγχουν τη δομή όλων των πρωτεϊνών ενός οργανισμού
 - λειτουργία της πρωτεΐνης σχετίζεται άμεσα (αν είναι δομικό συστατικό) ή έμμεσα (αν είναι ένζυμο) με κάποιο κληρονομικό γνώρισμα

- **Αριθμός των διαφορετικών γονιδίων**

- ιοί ~ 5-15
- θηλαστικά ~ 50.000
- άνθρωπος > 100.000 (;)



DNA και Σύνθεση Πρωτεϊνών



- **Πρωτεΐνες**

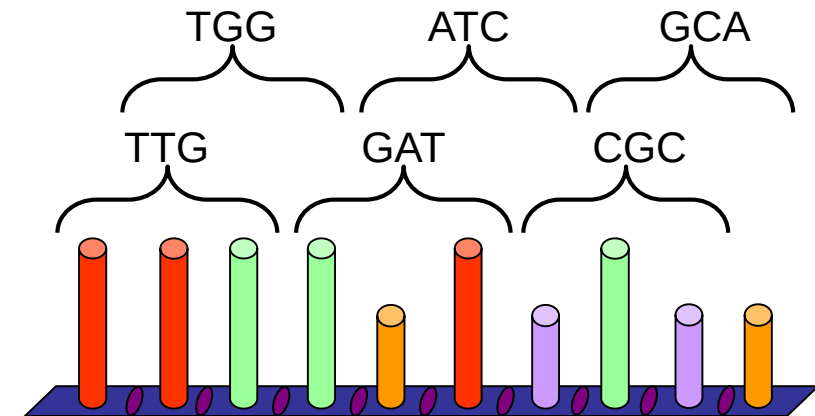
- Συνδυασμός 20 αμινοξέων

- **Πώς κωδικοποιούνται με 4 βάσεις (γράμματα);**

- Μια βάση
 - A, T, G, C
 - 4 κωδικοί
- Δυο βάσεις
 - AA, AT, AG, AC, TA, TT, κλπ
 - 16 (4^2) κωδικοί
- Τρεις βάσεις
 - AAA, AAT, ..., GCT, GTT, κλπ
 - **64 (4^3) κωδικοί**
 - Τριπλέτες βάσεων → κωδικόνια

- **Κωδικός DNA**

- Τριαδικός
- Κωδικόνια έναρξης και λήξης
- Εκφυλισμένος
- Επικαλυπτόμενος



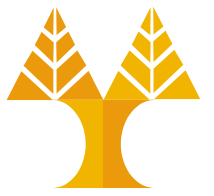
ACT
ACC
ACA
ACG

Θρεονίνη

TGG

Τρυπτοφάνη

DNA και Σύνθεση Πρωτεϊνών



- **Μεταγραφή**

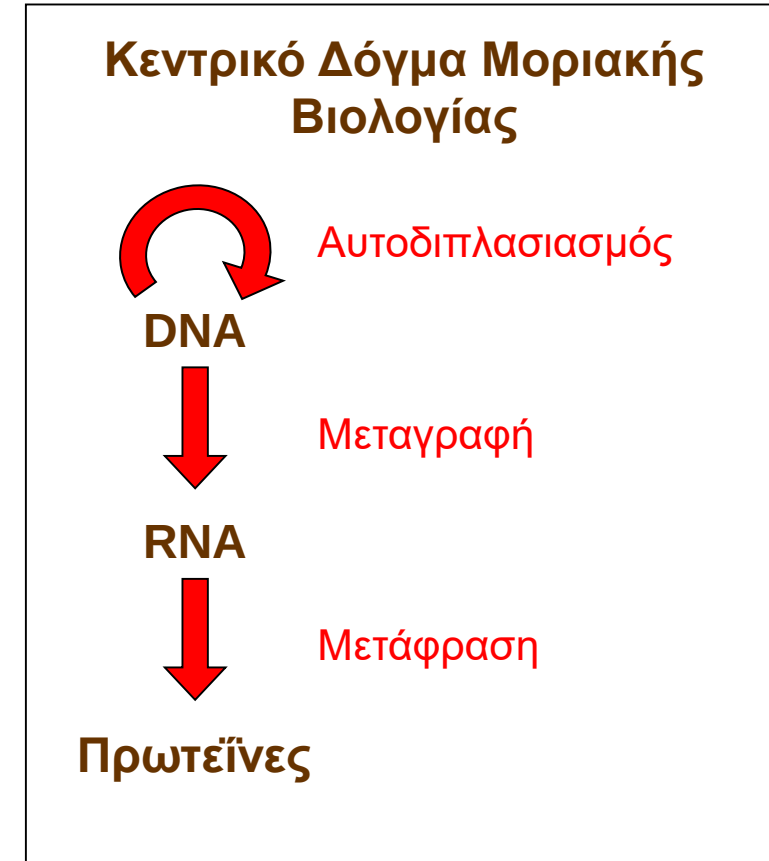
- Μεταφορά πληροφορίας από το DNA
- Σύνθεση RNA (mRNA)

- **RNA**

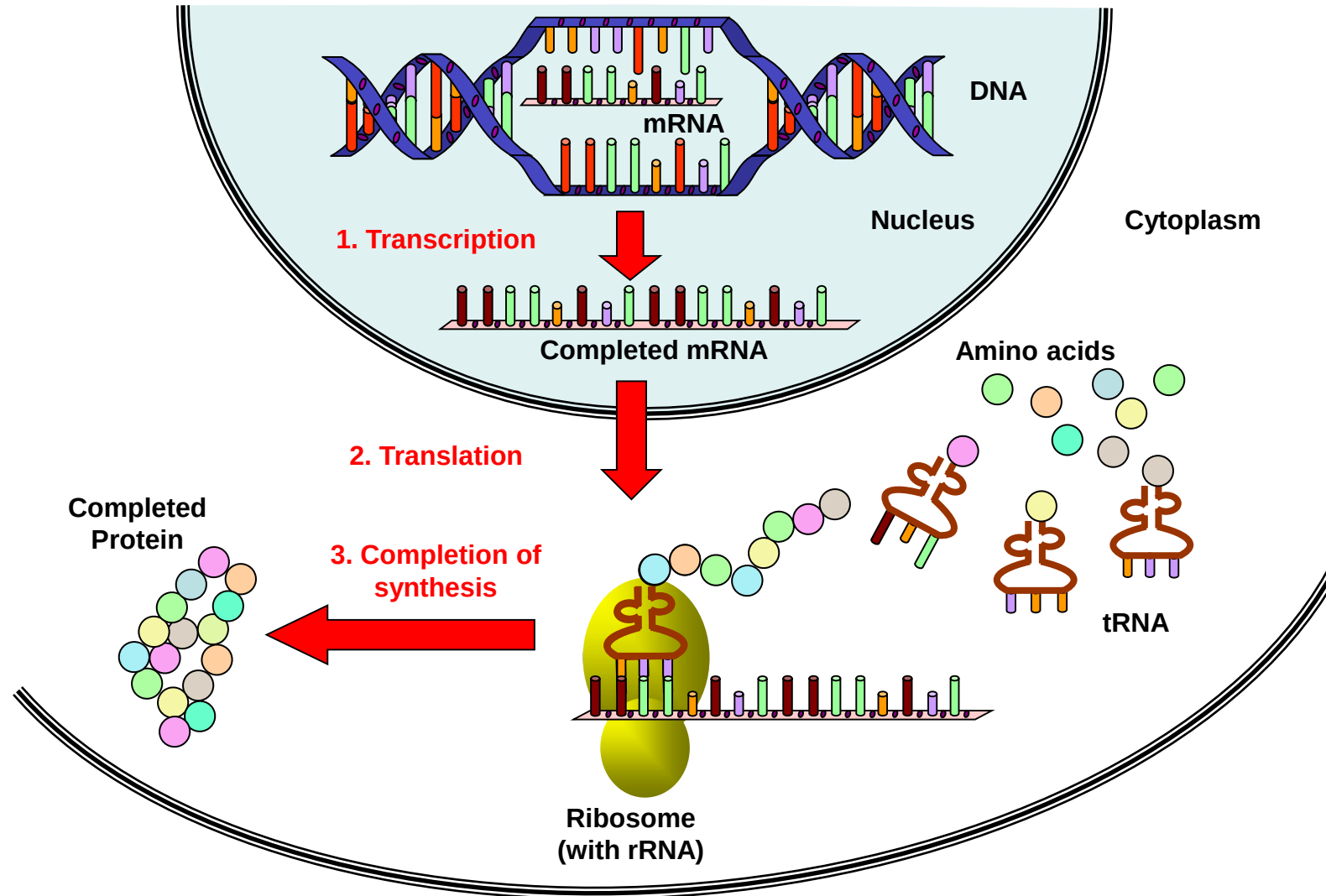
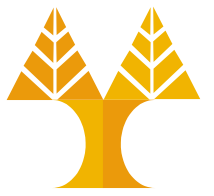
- Αντίγραφο ενός γονιδίου
- Ίδιος κωδικός
 - Ουρακίλη (U) αντί θυμίνη (T)

- **Σύνθεση RNA**

- Εκτελείται με ακρίβεια
- Δεν αποκλείονται λάθη
- Λάθη δεν κληροδοτούνται



DNA και Σύνθεση Πρωτεϊνών



How mRNA COVID-19 Vaccines Work

Understanding the virus that causes COVID-19.

Coronaviruses, like the one that causes COVID-19, are named for the crown-like spikes on their surface, called **spike proteins**. These **spike proteins** are ideal targets for vaccines.

What is mRNA?

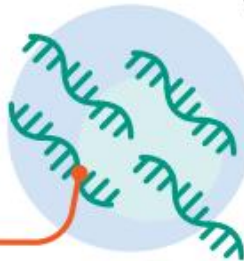
Messenger RNA, or mRNA, is genetic material that tells your body how to make proteins.

What is in the vaccine?

The vaccine is made of mRNA wrapped in a coating that makes delivery easy and keeps the body from damaging it.

How does the vaccine work?

The mRNA in the vaccine teaches your cells how to make copies of the **spike protein**. If you are exposed to the real virus later, your body will recognize it and know how to fight it off.



The vaccine **DOES NOT** contain ANY virus, so it cannot give you COVID-19. It cannot change your DNA in any way.

When your body responds to the vaccine, it can sometimes cause a mild fever, headache, or chills. This is completely normal and a sign that the vaccine is working.

After the mRNA delivers the instructions, your cells break it down and get rid of it.

Antibody



GETTING VACCINATED?

For information about COVID-19 vaccine, visit: [cdc.gov/coronavirus/vaccines](https://www.cdc.gov/coronavirus/vaccines)



How Viral Vector COVID-19 Vaccines Work

Understanding the virus that causes COVID-19.

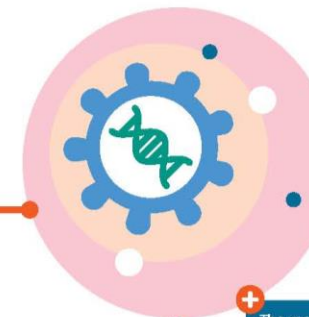
Coronaviruses, like the one that causes COVID-19, are named for the crown-like spikes on their surface, called **spike proteins**. These **spike proteins** are ideal targets for vaccines.

What is a viral vector vaccine?

A viral vector vaccine uses a harmless version of a different virus, called a "vector," to deliver information to the body that helps it protect you.

How does the vaccine work?

The vaccine teaches your body how to make copies of the **spike proteins**. If you are exposed to the real virus later, your body will recognize it and know how to fight it off.



The vaccine **DOES NOT** contain the virus that causes COVID-19 and cannot give you COVID-19. It also cannot make you sick from the virus that is used as the vector. It cannot change your DNA in any way.

When your body responds to the vaccine, it can sometimes cause tiredness, headache, muscle pain, nausea, or mild fever. These are normal signs the vaccine is working.



Antibody



GETTING VACCINATED?

For information about COVID-19 vaccine, visit [cdc.gov/coronavirus/vaccines](https://www.cdc.gov/coronavirus/vaccines)





Διάλεξη 2

Φυσιολογία του Κυττάρου – Μέρος Β

Νευρώνες (neurons) και γλοιακά (glial) κύτταρα